

**ELECTRICAL SYSTEM OF ELECTRIC VEHICLE**

Patent Number: JP11220812  
Publication date: 1999-08-10  
Inventor(s): KINOSHITA SHIGENORI; WATANABE YASUTO; YAMADA YOSHIAKI; YAMADA  
ATSUSHI  
Applicant(s):: FUJI ELECTRIC CO LTD; NISSAN DIESEL MOTOR CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP11220812  
Application  
Number: JP19980020538 19980202  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B60L11/18 ; B60L11/02  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To highly maintain vehicle operation performance and system efficiency by preventing the traction characteristics and the maximum operation speed of a vehicle from decreasing.  
**SOLUTION:** In an electrical system of an electric vehicle, the power of a DC power supply is supplied to an electric motor for driving wheels via a semiconductor power converter for driving wheels such as an inverter, the electric motor is driven at a variable speed, and the car is driven or an engine and the DC power supply are used together as a power source. A step-up/down chopper 200 is connected between a recharging device 1 as the above DC power supply and an inverter 2 and is controlled so that a DC input voltage of the inverter 2 or the like becomes nearly constant. The operation voltage of equipment such as the inverter 2 and the electric motor can be maintained nearly constantly, thus optimally designing the operation points and miniaturizing the equipment and reducing its weight and price.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **11-220812**

(43)Date of publication of application : **10.08.1999**

(51)Int.Cl. **B60L 11/18**  
**B60L 11/02**

(21)Application number : **10-020538**

(71)Applicant : **FUJI ELECTRIC CO LTD**  
**NISSAN DIESEL MOTOR CO LTD**

(22)Date of filing : **02.02.1998**

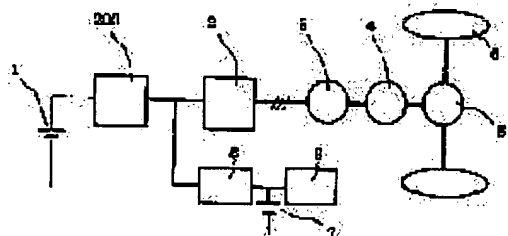
(72)Inventor : **KINOSHITA SHIGENORI**  
**WATANABE YASUTO**  
**YAMADA YOSHIKI**  
**YAMADA ATSUSHI**

## (54) ELECTRICAL SYSTEM OF ELECTRIC VEHICLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To highly maintain vehicle operation performance and system efficiency by preventing the traction characteristics and the maximum operation speed of a vehicle from decreasing.

**SOLUTION:** In an electrical system of an electric vehicle, the power of a DC power supply is supplied to an electric motor for driving wheels via a semiconductor power converter for driving wheels such as an inverter, the electric motor is driven at a variable speed, and the car is driven or an engine and the DC power supply are used together as a power source. A step-up/down chopper 200 is connected between a recharging device 1 as the above DC power supply and an inverter 2 and is controlled so that a DC input voltage of the inverter 2 or the like becomes nearly constant. The operation voltage of equipment such as the inverter 2 and the electric motor can be maintained nearly constantly, thus optimally designing the operation points and miniaturizing the equipment and reducing its weight and price.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

*This Page Blank (uspto)*

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The electrical system of the electric vehicle characterized by connecting a \*\*\*\*\* chopper between the aforementioned DC power supply and the aforementioned semiconductor power converter for a wheel drive in the electrical system of an electric vehicle which supplies the power of DC power supply to the motor for a wheel drive through the semiconductor power converter for a wheel drive, is driven at variable speed in this motor, and drives vehicles.

[Claim 2] The electrical system of the electric vehicle characterized by to connect a \*\*\*\*\* chopper between the aforementioned DC power supply and the aforementioned semiconductor power converter for a wheel drive in the electrical system of an electric vehicle which supplies the power of the aforementioned DC power supply to the motor for a wheel drive through the semiconductor power converter for a wheel drive, and drives vehicles with the aforementioned generator and the power of DC power supply while supplying the power of the generator connected with the engine to DC power supply through the semiconductor power converter for charge.

[Claim 3] The electrical system of the electric vehicle characterized by connecting a \*\*\*\*\* chopper between the aforementioned DC power supply and the aforementioned semiconductor power converter in the electrical system of an electric vehicle which charges the aforementioned DC power supply with the generator connected with the engine while driving a wheel with the power of an engine or driving vehicles by supplying the power of DC power supply to the motor for a wheel drive through a semiconductor power converter, and driving this motor at variable speed.

[Claim 4] The electrical system of the electric vehicle characterized by DC power supply being the rechargeable batteries as a chemical cell in the electrical system of an electric vehicle according to claim 1, 2, or 3.

[Claim 5] The electrical system of the electric vehicle characterized by DC power supply being electric double layer capacitors in the electrical system of an electric vehicle according to claim 1, 2, or 3.

[Claim 6] The electrical system of the electric vehicle characterized by DC power supply being solar batteries in the electrical system of an electric vehicle according to claim 1.

[Claim 7] The electrical system of the electric vehicle characterized by DC power supply being fuel cells in the electrical system of an electric vehicle according to claim 1.

[Claim 8] the electrical system of the electric vehicle characterized by controlling by switching operation of a \*\*\*\*\* chopper in the electrical system of an electric vehicle according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 so that the dc-input voltage of the semiconductor power converter connected to the output side becomes about 1 law

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the electrical system of an electric vehicle applied to the hybrid electric vehicle which makes the electric vehicle which makes only DC power supply the source of power or an engine, and DC power supply the source of power.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 is the electrical system (drive system) of the typical electric vehicle which runs accumulation-of-electricity equipment as DC power supply. this drawing -- setting -- 1 -- in the AC motor for a wheel drive, and 4, a reducer and 5 show a differential-gear gear and 6 shows [ accumulation-of-electricity equipment and 2 / the inverter as a semiconductor power converter for a wheel drive, and 3 ] a wheel, respectively Moreover, the DC to DC converter as a semiconductor power converter for charge with which 7 charges an auxiliary cell and 8 charges the auxiliary cell 7 from accumulation-of-electricity equipment 1, and 9 are auxiliary machinery, such as a lighting system and a pump.

[0003] In the system of drawing 6 , the rechargeable battery which is a chemical cell as accumulation-of-electricity equipment 1 is used, the direct current power of accumulation-of-electricity equipment 1 is changed into adjustable voltage and the alternating voltage of a variable frequency by the inverter 2, a motor 3 is supplied, a motor 3 is driven at variable speed, and vehicles are driven. Here, the electrical system which used the solar battery, the fuel cell, etc. as DC power supply is also known well. Also in this case, since the composition of an electrical system is fundamentally the same as drawing 6 , a detailed explanation is omitted.

[0004] Next, drawing 7 is the electrical system of a typical series hybrid electric vehicle. In this drawing, the same number is given to the same component as drawing 6 . In drawing 7 , in an engine and 20, a generator and 30 show a AC/DC converter and 40 shows [ 10 ] accumulation-of-electricity equipment, respectively. In the system of drawing 7 , this electrical energy is again transformed into mechanical energy by supplying electric power to a motor 3 through the AC/DC converter 30 and an inverter 2 by transforming the mechanical energy of an engine 10 into electrical energy with a generator 20, and vehicles are driven. Moreover, the generator 20 is outputting the power of simultaneously regularity and provides the difference of the generating power and the power which a motor 3 needs by the charge and discharge from accumulation-of-electricity equipment 40. Since the energy flux for driving vehicles is in-series-like, the system of drawing 7 is called series type.

[0005] Furthermore, drawing 8 is the electrical system of a typical parallel hybrid electric vehicle. In this drawing, the same number is given to the same component as drawing 6 and drawing 7 . It is the semiconductor power converter which the dynamotor in which 60 has a clutch and 70 has the function of both a generator and a motor, and 80 change the direct current power of accumulation-of-electricity equipment 40 into a change gear in drawing 8 , and 100 changes it into adjustable voltage and the alternating voltage of a variable frequency, and is supplied to a dynamotor 70.

[0006] The wheel drive by the power of both a wheel drive according only to an engine 10 with the system of drawing 8 , the wheel drive only by the motor (dynamotor 70), an engine 10, and a motor is possible. Charge of accumulation-of-electricity equipment 40 carries out generator operation of the dynamotor 70, and is performed through the semiconductor power converter 100. In addition, since the drive system distribution of a parallel hybrid electric vehicle is not a key objective, this invention omits a detailed explanation about this system.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] For example, in the system of drawing 6 , the first trouble in the case of an AC motor being driven at variable speed through an inverter with the power of a rechargeable battery, using a rechargeable battery as accumulation-of-electricity equipment is that the towage property of the vehicles of the inside of an electric vehicle and a high-speed region is greatly influenced by the cell-voltage value. The speed-torque (attraction) property of the AC motor which made the cell voltage the parameter is shown in drawing 9 . For a, as for the attraction property of a full charge state, and b, in this drawing, a cell is [ the cell of the attraction property of an electric discharge termination state (state in front of electric discharge termination) and c ] a running-resistance property mostly. This drawing shows that the torque characteristic in inside and a high-speed region changes a lot according to the height of the dc-input voltage (cell voltage) of an inverter.

[0008] Since \*\*\*\* of the properties a or b and property c in drawing 9 determines the acceleration performance of vehicles, the acceleration performance of vehicles is greatly influenced by the height of a cell voltage. Moreover, since the intersection

of properties a and b or a property c shows maximum running speed, if a cell voltage falls also from this drawing, it is distinct that maximum running speed falls. Although it is possible to secure a target property even if a cell voltage falls if the output of an inverter or a motor is enlarged more, the problem of sizing, a weight, and cost increasing arises.

[0009] Furthermore, the second trouble in the case of an AC motor being driven at variable speed through an inverter with the power, using a rechargeable battery as accumulation-of-electricity equipment is changing the operating voltage of an inverter or a motor sharply, when changing the voltage of a rechargeable battery sharply. Drawing 10 takes lessons for the example of representation of the current-voltage characteristic of the rechargeable battery as a chemical cell from charge mode and electric discharge mode about each of an electric discharge termination state mostly with a full charge state, and it is shown. In this drawing, a is in a full charge state, b is the property of an electric discharge termination state mostly, the permission maximum voltage at the time of charge and e show the maximum-power limit line of the inverter at the time of electric discharge, and, as for c, the rated voltage of a rechargeable battery and d show the maximum-power limit line of the inverter at the time of charge, respectively, as for f. An inverter operates by the inside of both the limit lines e and f.

[0010] At the time of power running (at the time [ If it sees from a cell ] of electric discharge), even if a cell is a full charge, according to a cell property, the dc-input voltage (cell voltage) of an inverter becomes the low operating point B from the operating point A on the fixed voltage characteristic line c, and it falls to the operating point C further according to electric discharge of a cell, so that clearly from this drawing. Moreover, at the time of regenerative braking (at the time [ If it sees from a cell ] of charge), the operating point moves from D to E, and serves as an operation on the voltage restricted with the permission maximum voltage d of a cell. If this is seen from an inverter, the input voltage will be sharply changed from the maximum voltage operating point E to the minimum voltage operating point C, and will be changed between +20% and -30% to the rated voltage c of a rechargeable battery in the example of illustration.

[0011] An inverter must be able to take out a predetermined vehicles property also with the voltage (the example of illustration the operating point C) which had to operate [ the maximum voltage at the time of charge, or ], and fell to the electric discharge termination state mostly. In order to secure a vehicles performance also with the good cell voltage in front of electric discharge termination, compared with a device when a cell operates on fixed voltage, a device with an about 1.7 times larger output is needed in the example of illustration. For this reason, there is un-arranging [ which increases sizing, a weight, and cost like the first trouble ].

[0012] Moreover, drawing 11 shows the synthetic efficiency of the inverter at the time of designing so that efficiency may become the maximum with rated voltage, and a motor to the dc-input voltage of an inverter. In this drawing, when the dc-input voltage of an inverter is changed sharply, efficiency also shows falling greatly. Since the decline in efficiency is a very big problem for an electric vehicle, it is mentioned as the third trouble that efficiency falls by change of a cell voltage in this way. In addition, although the example which used the rechargeable battery which is a chemical cell as accumulation-of-electricity equipment of an electric vehicle explained each above-mentioned trouble, since the direct current voltage is sharply changed when various kinds of DC power supplies including the case where physical cells and other rechargeable batteries including an electric double layer capacitor are used as accumulation-of-electricity equipment, a solar battery, or a fuel cell are used, there is same problem.

[0013] Then, by keeping almost constant the dc-input voltage of semiconductor power converters, such as an inverter, this invention tends to prevent the fall of the towage property of vehicles, or maximum running speed, and tends to offer the electrical system of an electric vehicle which can maintain vehicles performance and system efficiency highly.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention maintains the dc-input voltage of a semiconductor power converter at about 1 constant value by inserting a \*\*\*\*\* chopper between mounted DC power supply (a rechargeable battery, an electric double layer capacitor and a solar battery, a fuel cell, etc. being named generically) and semiconductor power converters for a wheel drive, such as an inverter. Thereby, the fall of the towage property of the vehicles of the inside of an electric vehicle and a high-speed region or maximum running speed and the degradation of a device can be prevented.

[0015] That is, invention according to claim 1 supplies the power of DC power supply to the motor for a wheel drive through the semiconductor power converter for a wheel drive, and connects a \*\*\*\*\* chopper in the electrical system of an electric vehicle which is driven at variable speed in this motor and drives vehicles between the aforementioned DC power supply and the aforementioned semiconductor power converter for a wheel drive.

[0016] Moreover, invention according to claim 2 supplies the power of the aforementioned DC power supply to the motor for a wheel drive through the semiconductor power converter for a wheel drive, and connects a \*\*\*\*\* chopper in the electrical system of an electric vehicle which drives vehicles with the aforementioned generator and the power of DC power supply between the aforementioned DC power supply and the aforementioned semiconductor power converter for a wheel drive while it supplies the power of the generator connected with the engine to DC power supply through the semiconductor power converter for charge.

[0017] Furthermore, invention according to claim 3 connects a \*\*\*\*\* chopper between the aforementioned DC power supply and the aforementioned semiconductor power converter in the electrical system of an electric vehicle which charges the aforementioned DC power supply with the generator connected with the engine while it drives a wheel with the power of an engine or drives vehicles by supplying the power of DC power supply to the motor for a wheel drive through a semiconductor power converter, and driving this motor at variable speed.

[0018] In addition, as DC power supply in invention according to claim 1, 2, or 3, a rechargeable battery or an electric double layer capacitor can be used so that it may indicate to claims 4 and 5. Moreover, as DC power supply in invention according to claim 1, you may use a solar battery and a fuel cell so that it may indicate to claims 6 and 7.

[0019] Furthermore, to indicate to a claim 8, in invention indicated to claims 1-7, it controls by switching operation of a \*\*\*\*\* chopper so that the dc-input voltage of the semiconductor power converter connected to the output side becomes almost fixed.

[0020]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation form of this invention is explained along drawing. Drawing 1 is the 1st operation form of this invention, and is equivalent to the operation form of invention indicated to claims 1, 4, and 8. In addition, the same number is given to the same component as drawing 6. In drawing 1, 200 is the \*\*\*\*\* chopper (inversion chopper) connected between accumulation-of-electricity equipment 1 and the dc-input side of the inverter 2 which is a semiconductor power converter for a wheel drive, and shows the composition to drawing 2. In drawing 2, 201, 202 is the filter capacitor prepared in the input side of a chopper 200, and the output side, and the polarity of voltage is reversed polarity mutually like illustration. Among these, one filter capacitor 201 is connected to accumulation-of-electricity equipment 1, and the filter capacitor 202 of another side is connected to the dc-input side of an inverter 2.

[0021] Between the positive electrode of a filter capacitor 201, and the negative electrode of a filter capacitor 202, a switching transistor 203, 204 is connected in series and diode 205, 206 is connected respectively conversely in parallel to these transistors 203, 204. Moreover, the reactor 207 is connected between the mutual node of a transistor 203, 204, and the negative electrode (positive electrode of a capacitor 202) of a capacitor 201. In addition, accumulation-of-electricity equipment 1 is constituted by the rechargeable battery as a chemical cell.

[0022] Already, since the control action of the \*\*\*\*\* chopper 200 is well-known, it describes the outline here. Switching control only of the transistor 203 is carried out at the time of power running, and the transistor 204 is turned off. It carries out by repeating accumulation of the energy in a reactor 207, and discharge by turning on and off of a transistor 203, and the direct current power which polarity reversed is supplied with the output of accumulation-of-electricity equipment 1 to an inverter 2 at the time of the discharge. At the time of regenerative braking, switching control only of the transistor 204 is carried out conversely, a transistor 203 is made into an OFF state, the polarity of the dc output of an inverter 2 is reversed, and it revives to accumulation-of-electricity equipment 1.

[0023] The example of an operating characteristic of the \*\*\*\*\* chopper 200 at the time of power running is shown in drawing 3. If the conduction ratio  $\alpha$  of a transistor 203 is 0.5, conduction ratio  $\alpha$  will become smaller than 0.5 if input voltage becomes high rather than output voltage and input voltage becomes low rather than output voltage when the input voltage and output voltage of a chopper 200 are equal, conduction ratio  $\alpha$  will become larger than 0.5. That is, fixed output voltage can be obtained by adjusting conduction ratio  $\alpha$  according to input voltage. Here, while the maximum of input voltage is equivalent to the maximum voltage  $d$  of drawing 10 (or the operating point E) and the minimum value of input voltage is equivalent to the operating point C of drawing 10, output voltage is equivalent to the rated voltage  $c$  of drawing 10 (or the operating point A). That is, it becomes possible to keep output voltage constant and to maintain the dc-input voltage of an inverter 2 uniformly by the switching operation of the \*\*\*\*\* chopper 200 according to power running and regenerative-braking operation, even if it changes the dc-input voltage (voltage of accumulation-of-electricity equipment 1) of the \*\*\*\*\* chopper 200.

[0024] Drawing 4 is the 2nd operation form of this invention, and is equivalent to the operation form of invention indicated to claims 2, 4, and 8. This operation form is the same as that of the composition of drawing 7 except for the point of having applied this invention to the series hybrid electric vehicle of drawing 7 mentioned above, and having connected the \*\*\*\*\* chopper 200 between accumulation-of-electricity equipment 40 the dc-input side of an inverter 2. Operation of the chopper 200 in this operation form is the same as that of the 1st operation form, and cannot be concerned with the voltage variation of accumulation-of-electricity equipment 40, but can keep the dc-input voltage of an inverter 2 constant.

[0025] Drawing 5 is the 3rd operation form of this invention, and is equivalent to the operation form of invention indicated to claims 3, 4, and 8. This operation form is the same as that of the composition of drawing 8 except for the point of having applied this invention to the parallel hybrid electric vehicle of drawing 8 mentioned above, and having connected the \*\*\*\*\* chopper 200 between accumulation-of-electricity equipment 40 the direct-current side of the semiconductor power converter 100. Operation of a chopper 200 is the same as that of the 1st and the 2nd operation form, and it is possible for it not to be concerned with the voltage variation of accumulation-of-electricity equipment 40, but to keep constant the dc-input voltage of the semiconductor power converter 100.

[0026] In addition, although it explained per with each above-mentioned operation form when the accumulation-of-electricity equipment which consists of a chemistry rechargeable battery as DC power supply was used, this invention of it being applicable also to the system which uses DC power supply with voltage variation, such as other accumulation-of-electricity equipments including a physical cell like an electric double layer capacitor, and a solar battery, a fuel cell, is natural.

[0027]

[Effect of the Invention] this invention keeps above the dc-input voltage of a semiconductor power converter to simultaneously regularity in the electric vehicle which makes the DC power supply which consist of a chemistry rechargeable battery, an electric double layer capacitor, a solar battery, a fuel cell, etc. the source of power, or the electric vehicle of a hybrid form which uses together this DC power supply and engine by operation of the \*\*\*\*\* chopper connected between DC

power supply and the semiconductor power converter for a wheel drive.

[0028] For this reason, there are the following effects.

(1) Since the operating voltage of devices, such as an inverter and a motor, can be kept almost constant, the optimal design in these operating points becomes possible, and small and lightweight-izing of a device, and low-pricing can be attained.

Moreover, high system efficiency is obtained, without an attraction property, maximum running speed, efficiency, etc. falling, even if it changes the operating point of these devices.

(2) Since it can apply also to various DC power supplies, such as an electric double layer capacitor, a solar battery, and a fuel cell, including the large chemistry rechargeable battery of voltage variation, it can contribute to spread and development of an electric vehicle.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the circuit diagram showing the composition of the \*\*\*\*\* chopper in drawing 1.

[Drawing 3] It is explanatory drawing of operation at the time of the power running of the \*\*\*\*\* chopper in drawing 1.

[Drawing 4] It is the block diagram showing the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the electrical system of the electric vehicle which uses the conventional rechargeable battery as a power supply.

[Drawing 7] It is drawing showing the electrical system of a series hybrid electric vehicle.

[Drawing 8] It is drawing showing the electrical system of a parallel hybrid electric vehicle.

[Drawing 9] It is the speed-torque characteristic view of the motor in the system of drawing 6.

[Drawing 10] It is the voltage-current property view of the rechargeable battery in the system of drawing 6.

[Drawing 11] It is drawing showing the efficiency of the device in the system of drawing 6.

[Description of Notations]

- 1 Accumulation-of-Electricity Equipment
- 2 Inverter
- 3 AC Motor for Wheel Drive
- 4 Reducer
- 5 Differential-Gear Gear
- 6 Wheel
- 7 Auxiliary Cell
- 8 DC to DC Converter
- 9 Auxiliary Machinery
- 10 Engine
- 20 Generator
- 30 AC/DC Converter
- 40 Accumulation-of-Electricity Equipment
- 60 Clutch
- 70 Dynamotor
- 80 Change Gear
- 100 Semiconductor Power Converter
- 200 \*\*\*\*\* Chopper
- 201,202 Filter capacitor
- 203,204 Switching transistor
- 205,206 Diode
- 207 Reactor

---

[Translation done.]

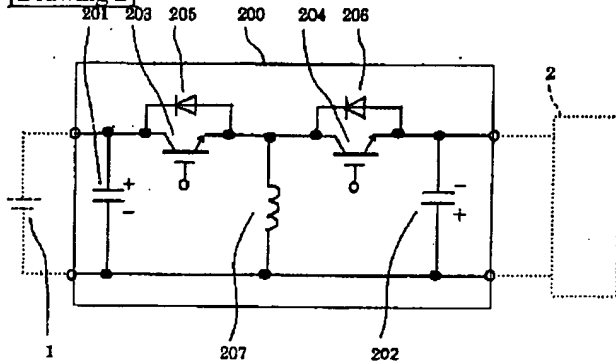
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

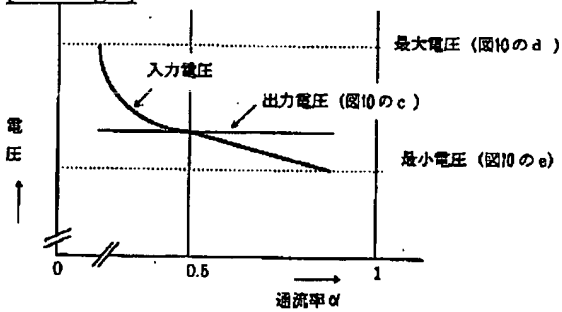
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

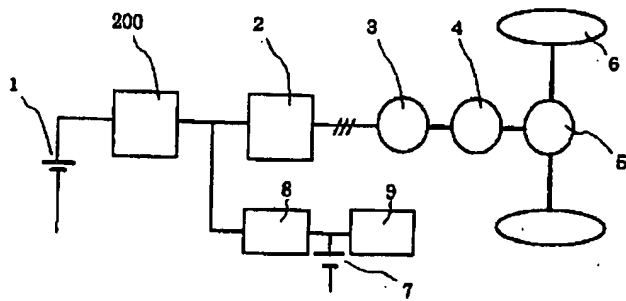
[Drawing 2]



[Drawing 3]

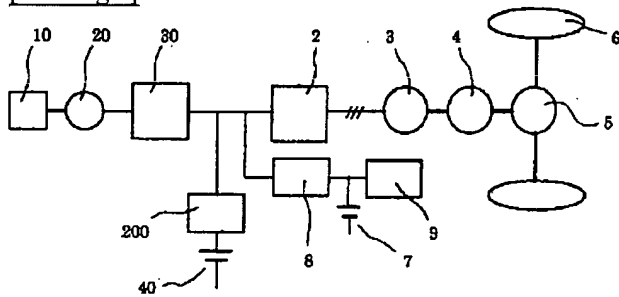


[Drawing 1]

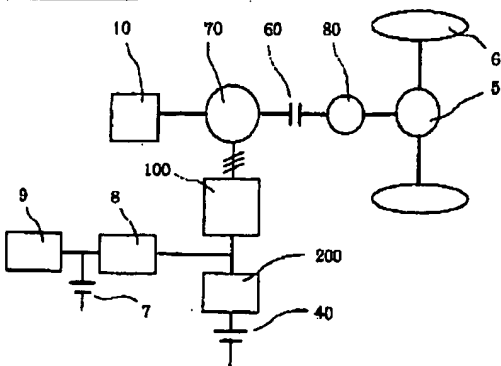


- 1 蓄電装置
- 2 インバータ
- 3 車輪駆動用交流電動機
- 4 減速機
- 5 デフギア
- 6 車輪
- 7 補助電池
- 8 DC/DCコンバータ
- 9 補機
- 200 昇降圧チョッパ

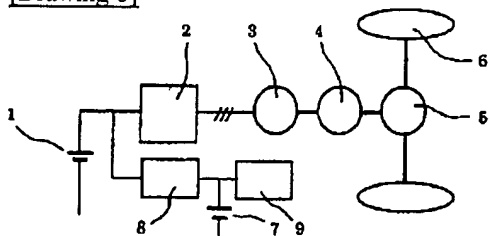
[Drawing 4]



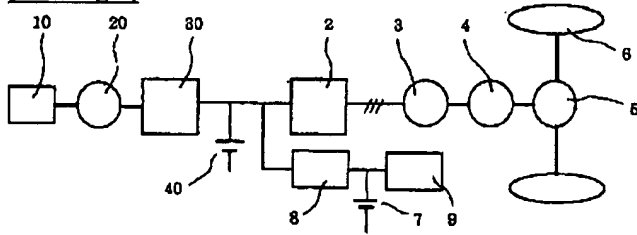
[Drawing 5]



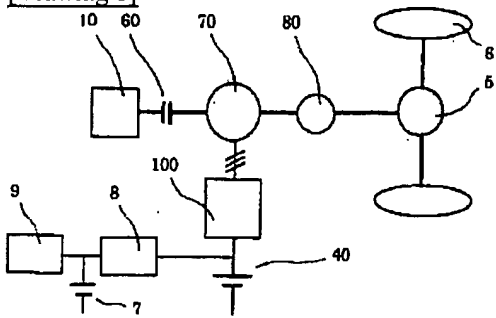
[Drawing 6]



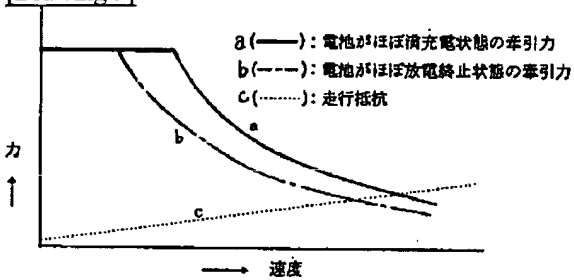
[Drawing 7]



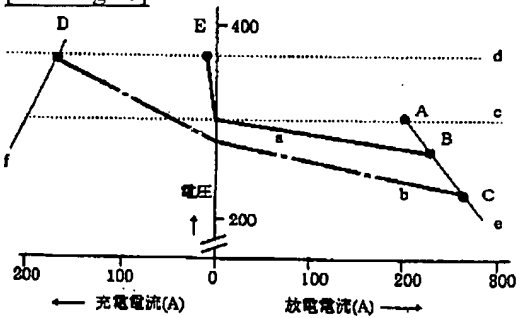
[Drawing 8]



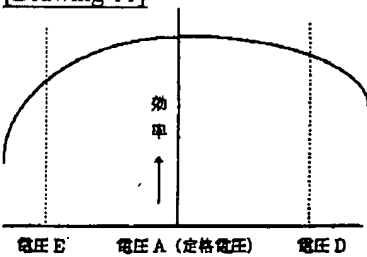
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-220812

(43)公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

B 6 0 L 11/18

B 6 0 L 11/18

A

11/02

11/02

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平10-20538

(22)出願日

平成10年(1998) 2月2日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(71)出願人 000003908

日産ディーゼル工業株式会社

埼玉県上尾市大字荻丁目1番地

(72)発明者 木下 繁則

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 渡邊 慶人

埼玉県上尾市大字荻丁目一番地 日産ディーゼル工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 森田 雄一

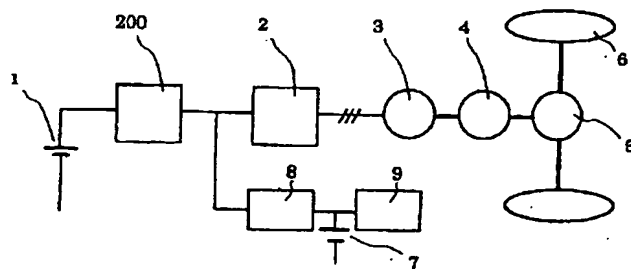
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電気自動車の電気システム

(57)【要約】

【課題】 車両の牽引特性や最高運転速度の低下を防ぎ、車両運転性能やシステム効率を高く維持する。

【解決手段】 直流電源の電力をインバータ等の車輪駆動用半導体電力変換器を介して車輪駆動用電動機に供給し、この電動機を可変速駆動して車両を駆動する電気自動車の電気システム、または、エンジンと直流電源とを動力源として併用する電気自動車の電気システムに関する。前記直流電源としての蓄電装置1または蓄電装置40と、インバータ2または半導体電力変換器100との間に昇降圧チョッパ200を接続し、インバータ2等の直流入力電圧がほぼ一定になるようにチョッパ200を制御する。



- 1 蓄電装置
- 2 インバータ
- 3 車輪駆動用交流電動機
- 4 減速機
- 5 デフギア
- 6 車輪
- 7 補助電池
- 8 DC/DCコンバータ
- 9 補機
- 200 昇降圧チョッパ

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電源の電力を車輪駆動用半導体電力変換器を介して車輪駆動用電動機に供給し、この電動機を可変速駆動して車両を駆動する電気自動車の電気システムにおいて、

前記直流電源と前記車輪駆動用半導体電力変換器との間に昇降圧チョッパを接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項2】 エンジンに連結された発電機の電力を充電用半導体電力変換器を介して直流電源に供給すると共に、前記直流電源の電力を車輪駆動用半導体電力変換器を介して車輪駆動用電動機に供給し、前記発電機及び直流電源の電力により車両を駆動する電気自動車の電気システムにおいて、

前記直流電源と前記車輪駆動用半導体電力変換器との間に昇降圧チョッパを接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項3】 エンジンの動力により車輪を駆動し、または、直流電源の電力を半導体電力変換器を介し車輪駆動用電動機に供給してこの電動機を可変速駆動することにより車両を駆動すると共に、エンジンに連結された発電機により前記直流電源を充電する電気自動車の電気システムにおいて、

前記直流電源と前記半導体電力変換器との間に昇降圧チョッパを接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項4】 請求項1、2または3記載の電気自動車の電気システムにおいて、

直流電源が化学電池としての二次電池であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項5】 請求項1、2または3記載の電気自動車の電気システムにおいて、

直流電源が電気二重層コンデンサであることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項6】 請求項1記載の電気自動車の電気システムにおいて、

直流電源が太陽電池であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項7】 請求項1記載の電気自動車の電気システムにおいて、

直流電源が燃料電池であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項8】 請求項1、2、3、4、5、6または7記載の電気自動車の電気システムにおいて、

昇降圧チョッパのスイッチング動作により、その出力側に接続された半導体電力変換器の直流入力電圧がほぼ一定になるように制御することを特徴とする電気自動車の電気システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【発明の属する技術分野】本発明は、直流電源のみを動力源とする電気自動車、または、エンジン及び直流電源を動力源とするハイブリッド電気自動車に適用される、電気自動車の電気システムに関する。

【0002】

【従来の技術】図6は、蓄電装置を直流電源として走行する代表的な電気自動車の電気システム（駆動システム）である。同図において、1は蓄電装置、2は車輪駆動用半導体電力変換器としてのインバータ、3は車輪駆動用交流電動機、4は減速機、5はデフギア、6は車輪をそれぞれ示す。また、7は補助電池、8は蓄電装置1から補助電池7を充電する充電用半導体電力変換器としてのDC/DCコンバータ、9は照明装置、ポンプ等の補機である。

【0003】図6のシステムでは、蓄電装置1として化学電池である二次電池を使用しており、蓄電装置1の直流電力をインバータ2により可変電圧、可変周波数の交流電圧に変換して電動機3に供給し、電動機3を可変速駆動して車両を駆動している。ここで、直流電源として太陽電池や燃料電池等を使用した電気システムもよく知られている。この場合も電気システムの構成は基本的には図6と同じであるので、詳述を省略する。

【0004】次に、図7は代表的なシリーズハイブリッド電気自動車の電気システムである。同図において、図6と同じ構成要素には同じ番号を付してある。図7において、10はエンジン、20は発電機、30はAC/DCコンバータ、40は蓄電装置をそれぞれ示す。図7のシステムでは、エンジン10の機械エネルギーを発電機20により電気エネルギーに変換し、この電気エネルギーをAC/DCコンバータ30及びインバータ2を介して電動機3に給電することにより、再び機械エネルギーに変換して車両を駆動する。また、発電機20はほぼ一定の電力を出力しており、その発生電力と電動機3が必要とする電力との差は、蓄電装置40からの充放電によって賄っている。図7のシステムは、車両を駆動するためのエネルギーの流れが直列的であることから、シリーズタイプと呼ばれている。

【0005】更に、図8は代表的なパラレルハイブリッド電気自動車の電気システムである。同図において、図6及び図7と同じ構成要素には同じ番号を付してある。図8において、60はクラッチ、70は発電機と電動機の両方の機能を持つ発電電動機、80は変速機、100は蓄電装置40の直流電力を可変電圧、可変周波数の交流電圧に変換して発電電動機70に供給する半導体電力変換器である。

【0006】図8のシステムでは、エンジン10のみによる車輪駆動、電動機（発電電動機70）のみによる車輪駆動、エンジン10及び電動機の両方の動力による車輪駆動が可能である。蓄電装置40の充電は、発電電動機70を発電機運転し、半導体電力変換器100を介して行

3

っている。なお、本発明はパラレルハイブリッド電気自動車の駆動システムの提供が主目的ではないため、本システムについては詳述を省略する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】例えば図6のシステムにおいて、蓄電装置として二次電池を用い、二次電池の電力でインバータを介して交流電動機を可変速駆動する場合の第一の問題点は、電気自動車の中・高速域の車両の牽引特性が電池電圧値に大きく左右されることである。電池電圧をパラメータにした交流電動機の世界トルク（牽引力）特性を図9に示す。同図において、aは電池がほぼ満充電状態の牽引力特性、bは電池がほぼ放電終止状態（放電終止直前の状態）の牽引力特性、cは走行抵抗特性である。この図から、インバータの直流入力電圧（電池電圧）の高低に応じて中・高速域でのトルク特性が大きく変化することがわかる。

【0008】図9における特性aまたはbと特性cとの差が車両の加速性能を決めるので、電池電圧の高低によって車両の加速性能が大きく左右される。また、特性aあるいはbと特性cとの交点が最高運転速度を示すので、同図からも、電池電圧が下がると最高運転速度が低下することが明らかである。インバータや電動機の出力をより大きくすれば、電池電圧が低下しても目標の特性を確保することは可能であるが、機器の寸法、重量、コストが増大する等の問題が生ずる。

【0009】更に、蓄電装置として二次電池を用い、その電力でインバータを介して交流電動機を可変速駆動する場合の第二の問題点は、二次電池の電圧が大きく変動することによりインバータや電動機の動作電圧が大きく変動することである。図10は、化学電池としての二次電池の電流-電圧特性の代表例を、ほぼ満充電状態とほぼ放電終止状態のそれぞれについて、充電モード及び放電モードにつき示したものである。同図において、aはほぼ満充電状態、bはほぼ放電終止状態の特性であり、cは二次電池の定格電圧、dは充電時の許容最大電圧、eは放電時のインバータの最大電力限界線、fは充電時のインバータの最大電力限界線をそれぞれ示す。インバータは両限界線e、fの内側で動作する。

【0010】同図からも明らかなように、力行時（電池から見ると放電時）に、電池が満充電であっても、電池特性に従ってインバータの直流入力電圧（電池電圧）は一定電圧特性線c上の動作点Aよりも低い動作点Bになり、更に、電池の放電に従って動作点Cまで低下する。また、回生制動時（電池から見ると充電時）には、動作点はDからEに移り、電池の許容最大電圧dによって制限された電圧での動作となる。これをインバータから見ると、その入力電圧は最大電圧動作点Eから最小電圧動作点Cまで大きく変動することになり、図示の例では、二次電池の定格電圧cに対して+20%から-30%の間で変動する。

4

【0011】インバータは充電時の最大電圧でも作動しなければならず、また、ほぼ放電終止状態まで低下した電圧（図示の例では動作点C）でも所定の車両特性を出せなければならない。放電終止直前の電池電圧でも良好な車両性能を確保するためには、電池が一定電圧で運転した場合の機器に比べて、図示の例では出力が約1.7倍大きい機器が必要になる。このため、第一の問題点と同様に機器の寸法、重量、コストを増大させる不都合がある。

10 【0012】また、図11は、定格電圧で効率が最大になるように設計した場合のインバータと電動機との合成効率を、インバータの直流入力電圧に対して示したものである。同図から、インバータの直流入力電圧が大きく変動すると効率も大きく低下することがわかる。効率の低下は電気自動車にとっては非常に大きな問題であるので、このように電池電圧の変動によって効率が低下することが第三の問題点として挙げられる。なお、上記の各問題点は電気自動車の蓄電装置として化学電池である二次電池を使用した例で説明したが、蓄電装置として電気二重層コンデンサを始めとする物理電池や他の二次電池を用いた場合や、太陽電池や燃料電池を始めとする各種の直流電源を使用した場合にもその直流電圧は大きく変動するので、同様な問題がある。

20 【0013】そこで本発明は、インバータ等の半導体電力変換器の直流入力電圧をほぼ一定に保つことにより、車両の牽引特性や最高運転速度の低下を防ぎ、車両運転性能やシステム効率を高く維持することができる電気自動車の電気システムを提供しようとするものである。

【0014】

30 【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、車載の直流電源（二次電池や電気二重層コンデンサ、太陽電池、燃料電池等を総称する）とインバータ等の車輪駆動用半導体電力変換器との間に昇降圧チョップを挿入することにより、半導体電力変換器の直流入力電圧をほぼ一定値に保つものである。これにより、電気自動車の中・高速域の車両の牽引特性や最高運転速度の低下、機器の効率低下を防ぐことができる。

40 【0015】すなわち、請求項1記載の発明は、直流電源の電力を車輪駆動用半導体電力変換器を介して車輪駆動用電動機に供給し、この電動機を可変速駆動して車両を駆動する電気自動車の電気システムにおいて、前記直流電源と前記車輪駆動用半導体電力変換器との間に昇降圧チョップを接続したものである。

50 【0016】また、請求項2記載の発明は、エンジンに連結された発電機の電力を充電用半導体電力変換器を介して直流電源に供給すると共に、前記直流電源の電力を車輪駆動用半導体電力変換器を介して車輪駆動用電動機に供給し、前記発電機及び直流電源の電力により車両を駆動する電気自動車の電気システムにおいて、前記直流電源と前記車輪駆動用半導体電力変換器との間に昇降圧

5

チョップを接続したものである。

【0017】更に、請求項3記載の発明は、エンジンの動力により車輪を駆動し、または、直流電源の電力を半導体電力変換器を介し車輪駆動用電動機に供給してこの電動機を可変速駆動することにより車両を駆動すると共に、エンジンに連結された発電機により前記直流電源を充電する電気自動車の電気システムにおいて、前記直流電源と前記半導体電力変換器との間に昇降圧チョップを接続したものである。

【0018】なお、請求項4、5に記載するように、請求項1、2または3記載の発明における直流電源としては、二次電池または電気二重層コンデンサを使用することができる。また、請求項6、7に記載する如く、請求項1記載の発明における直流電源としては、太陽電池や燃料電池を使用しても良い。

【0019】更に、請求項8に記載するように、請求項1～7に記載した発明においては、昇降圧チョップのスイッチング動作により、その出力側に接続された半導体電力変換器の直流入力電圧がほぼ一定になるように制御を行うものである。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。図1は本発明の第1実施形態であり、請求項1、4、8に記載した発明の実施形態に相当する。なお、図6と同じ構成要素には同一番号を付してある。図1において、200は、蓄電装置1と車輪駆動用半導体電力変換器であるインバータ2の直流入力側との間に接続された昇降圧チョップ（極性反転チョップ）であり、その構成を図2に示す。図2において、201、202はチョップ200の入力側、出力側に設けられたフィルタコンデンサであり、電圧の極性は図示のように互いに逆極性となっている。このうち一方のフィルタコンデンサ201は蓄電装置1に接続され、他方のフィルタコンデンサ202はインバータ2の直流入力側に接続される。

【0021】フィルタコンデンサ201の正極とフィルタコンデンサ202の負極との間にはスイッチングトランジスタ203、204が直列に接続され、これらのトランジスタ203、204に対してダイオード205、206がそれぞれ逆並列に接続されている。また、トランジスタ203、204の相互の接続点とコンデンサ201の負極（コンデンサ202の正極）との間にはリアクトル207が接続されている。なお、蓄電装置1は、例えば化学電池としての二次電池により構成されている。

【0022】昇降圧チョップ200の制御動作は既に公知であるので、ここではその概要を述べる。力行時にはトランジスタ203のみをスイッチング制御し、トランジスタ204をオフしておく。トランジスタ203のオンオフによりリアクトル207におけるエネルギーの蓄

6

積、放出を繰り返し行ない、その放出時に、インバータ2に対して蓄電装置1の出力とは極性が反転した直流電力を供給する。回生制動時には、逆にトランジスタ204のみをスイッチング制御してトランジスタ203をオフ状態にし、インバータ2の直流出力の極性を反転させて蓄電装置1に回生する。

【0023】力行時の昇降圧チョップ200の動作特性例を、図3に示す。チョップ200の入力電圧と出力電圧とが等しいときはトランジスタ203の通流率 $\alpha$ が0.5であり、入力電圧が出力電圧よりも高くなると通流率 $\alpha$ が0.5より小さくなり、入力電圧が出力電圧よりも低くなると通流率 $\alpha$ が0.5より大きくなる。つまり、入力電圧に応じて通流率 $\alpha$ を調整することで、一定の出力電圧を得ることができる。ここで、入力電圧の最大値は図10の最大電圧d（または動作点E）に相当し、入力電圧の最小値は図10の動作点Cに相当すると共に、出力電圧は図10の定格電圧c（または動作点A）に相当する。すなわち、力行運転、回生制動運転に応じた昇降圧チョップ200のスイッチング動作により、昇降圧チョップ200の直流入力電圧（蓄電装置1の電圧）が変動しても出力電圧を一定に保ってインバータ2の直流入力電圧を一定に維持することが可能になる。

【0024】図4は本発明の第2実施形態であり、請求項2、4、8に記載した発明の実施形態に相当する。この実施形態は、前述した図7のシリーズハイブリッド電気自動車に本発明を適用したものであり、インバータ2の直流入力側と蓄電装置40との間に昇降圧チョップ200を接続した点を除いて、図7の構成と同一である。この実施形態におけるチョップ200の動作は第1実施形態と同様であり、蓄電装置40の電圧変動に関わらずインバータ2の直流入力電圧を一定に保つことができる。

【0025】図5は本発明の第3実施形態であり、請求項3、4、8に記載した発明の実施形態に相当する。この実施形態は、前述した図8のパラレルハイブリッド電気自動車に本発明を適用したものであり、半導体電力変換器100の直流側と蓄電装置40との間に昇降圧チョップ200を接続した点を除き、図8の構成と同一である。チョップ200の動作は第1、第2実施形態と同様であり、蓄電装置40の電圧変動に関わらず半導体電力変換器100の直流入力電圧を一定に保つことが可能である。

【0026】なお、上記各実施形態では、直流電源として化学二次電池からなる蓄電装置を使用した場合につき説明したが、本発明は、電気二重層コンデンサのような物理電池を始めとする他の蓄電装置や、太陽電池、燃料電池など電圧変動のある直流電源を使用するシステムにも適用できることは勿論である。

【0027】



7

【発明の効果】以上のように本発明は、化学二次電池、電気二重層コンデンサ、太陽電池、燃料電池等からなる直流電源を動力源とする電気自動車、または、この直流電源とエンジンとを併用するハイブリッド形の電気自動車において、直流電源と車輪駆動用半導体電力変換器との間に接続した昇降圧チョップの動作により、半導体電力変換器の直流入力電圧をほぼ一定に保つようにしたものである。

【0028】このため、次のような効果がある。

(1) インバータや電動機等の機器の動作電圧をほぼ一定に保つことができるので、これらの動作点における最適設計が可能になり、機器の小形・軽量化、低価格化を図ることができる。また、これらの機器の動作点が変わっても、牽引力特性や最高運転速度、効率等が低下することなく、高いシステム効率が得られる。

(2) 電圧変動の大きい化学二次電池を始め、電気二重層コンデンサ、太陽電池、燃料電池など多様な直流電源にも適用できるので、電気自動車の普及・発展に貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態を示す構成図である。

【図2】図1における昇降圧チョップの構成を示す回路図である。

【図3】図1における昇降圧チョップの力行時の動作説明図である。

【図4】本発明の第2実施形態を示す構成図である。

【図5】本発明の第3実施形態を示す構成図である。

【図6】従来の二次電池を電源とする電気自動車の電気システムを示す図である。

【図7】シリーズハイブリッド電気自動車の電気システムを示す図である。

8

【図8】パラレルハイブリッド電気自動車の電気システムを示す図である。

【図9】図6のシステムにおける電動機の世界速度-トルク特性図である。

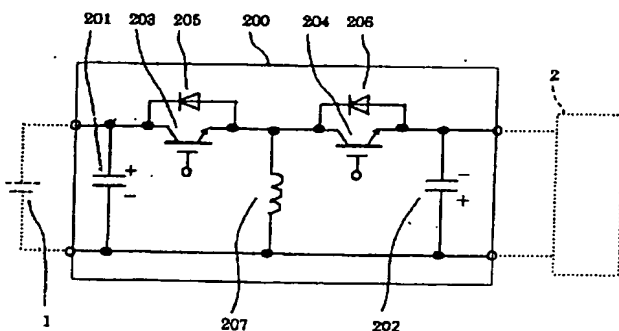
【図10】図6のシステムにおける二次電池の電圧-電流特性図である。

【図11】図6のシステムにおける機器の効率を示す図である。

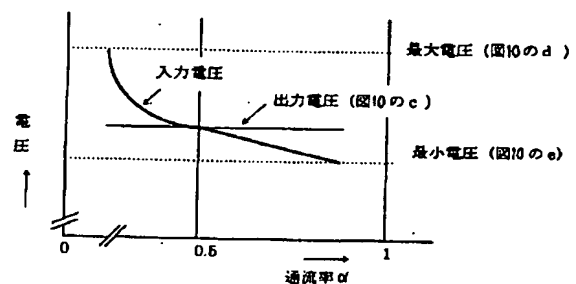
【符号の説明】

- |    |                       |
|----|-----------------------|
| 10 | 1 蓄電装置                |
|    | 2 インバータ               |
|    | 3 車輪駆動用交流電動機          |
|    | 4 減速機                 |
|    | 5 デフギア                |
|    | 6 車輪                  |
|    | 7 補助電池                |
|    | 8 DC/DCコンバータ          |
|    | 9 補機                  |
|    | 10 エンジン               |
| 20 | 20 発電機                |
|    | 30 AC/DCコンバータ         |
|    | 40 蓄電装置               |
|    | 60 クラッチ               |
|    | 70 発電電動機              |
|    | 80 変速機                |
|    | 100 半導体電力変換器          |
|    | 200 昇降圧チョップ           |
|    | 201, 202 フィルタコンデンサ    |
|    | 203, 204 スイッチングトランジスタ |
|    | 205, 206 ダイオード        |
| 30 | 207 リアクトル             |

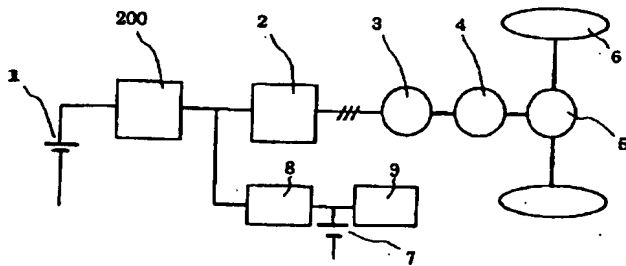
【図2】



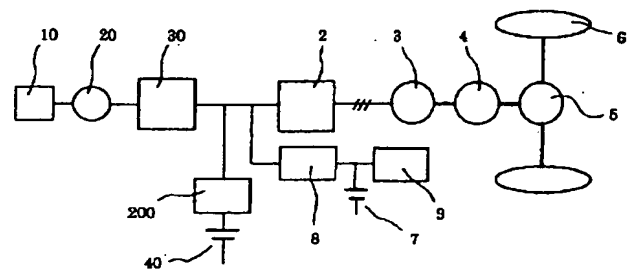
【図3】



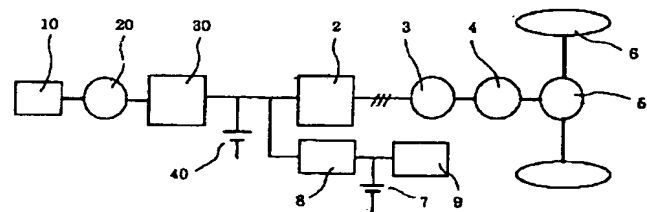
【図1】



【図4】

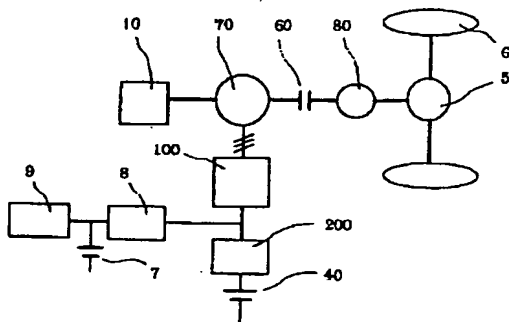


【図7】

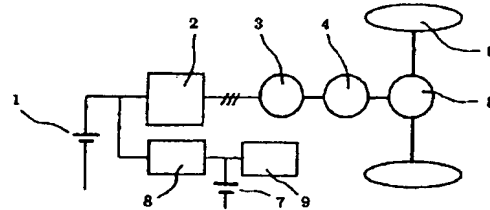


- 1 蓄電装置
- 2 インバータ
- 3 車輪駆動用交流電動機
- 4 減速機
- 5 デフギア
- 6 車輪
- 7 補助電池
- 8 DC/DCコンバータ
- 9 補機
- 200 昇降圧チョッパ

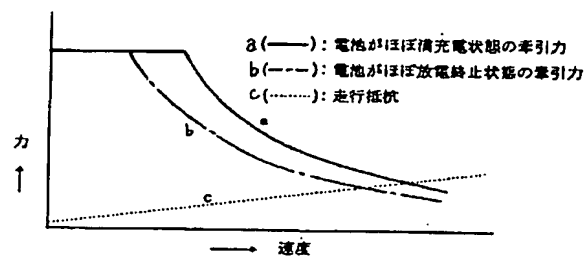
【図5】



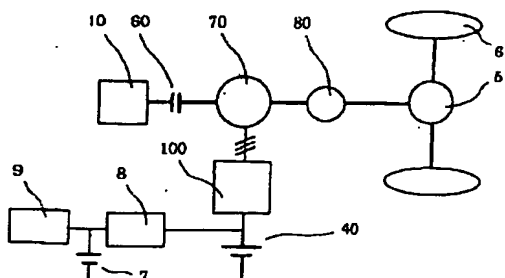
【図6】



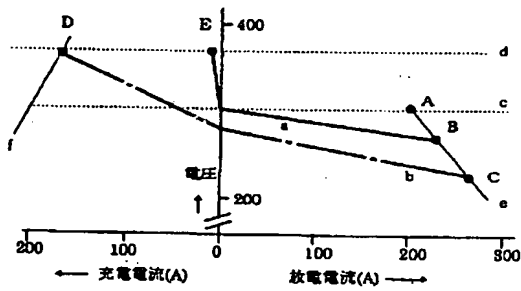
【図9】



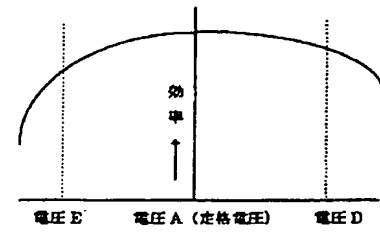
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 良昭  
埼玉県上尾市大字壱丁目一番地 日産ディーゼル工業株式会社内

(72)発明者 山田 淳  
埼玉県上尾市大字壱丁目一番地 日産ディーゼル工業株式会社内